

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-292026

(P2001-292026A)

(43) 公開日 平成13年10月19日 (2001. 10. 19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 Q 23/00		H 0 1 Q 23/00	
H 0 1 L 23/00		H 0 1 L 23/00	C
23/28		23/28	F
H 0 1 Q 1/38		H 0 1 Q 1/38	
13/10		13/10	

審査請求 未請求 請求項の数12 O L 外国語出願 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2001-22627 (P2001-22627)

(22) 出願日 平成13年1月31日 (2001. 1. 31)

(31) 優先権主張番号 0 0 4 0 0 4 5 9 . 4

(32) 優先日 平成12年2月18日 (2000. 2. 18)

(33) 優先権主張国 欧州特許庁 (E P)

(71) 出願人 391030332

アルカテル

フランス国、75008 パリ、リュ・ラ・ボ

エテイ 54

(72) 発明者 フランク・ニコ・リーフエン・オブテイン
ド

ベルギー国、ペー-3012・ウイルセレ (レ
ウフエン)、ストレートマンシヨフ・11

(74) 代理人 100062007

弁理士 川口 義雄 (外2名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パッケージ集積回路

(57) 【要約】

【課題】 より小型で、知られているものよりもコストが低い、無線周波装置で使用するパッケージ集積回路を提供する。

【解決手段】 このパッケージ集積回路は、集積回路ダイに含まれる1つまたは複数の無線周波部品から構成されている。集積回路ダイは無線周波アンテナに結合されている。無線周波アンテナはまたパッケージ集積回路に含まれるが、集積回路ダイには含まれない。

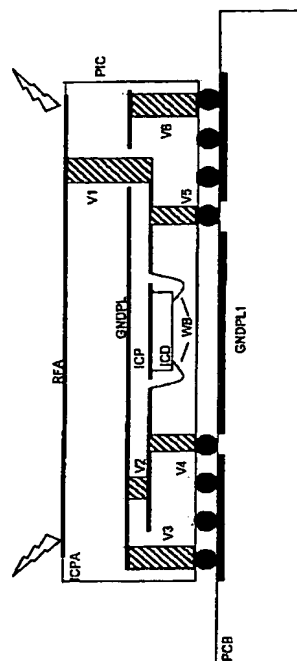


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 無線周波アンテナ（RFA）に結合された集積回路ダイ（ICD）に含まれる少なくとも 1 つの無線周波部品を備えたパッケージ集積回路（PIC）であって、前記集積回路ダイ（ICD）が前記パッケージ集積回路（PIC）に含まれており、前記無線周波アンテナがまた、前記パッケージ集積回路（PIC）に含まれ、かつ前記集積回路ダイ（ICD）に含まれないことを特徴とするパッケージ集積回路（PIC）。

【請求項 2】 前記少なくとも 1 つの無線周波部品を収納する集積回路パッケージ（ICPA）と、該集積回路パッケージの一部である少なくとも 1 つの金属物によって構成された無線周波アンテナ（RFA）とを含んでいることを特徴とする請求項 1 に記載のパッケージ集積回路（PIC）。

【請求項 3】 前記無線周波アンテナ（RFA）が、前記集積回路ダイ（ICD）に結合されたワイヤボンディングによって構成されていることを特徴とする請求項 2 に記載のパッケージ集積回路（PIC）。

【請求項 4】 前記無線周波アンテナ（RFA）が、前記集積回路パッケージ（ICPA）の金属リードフレーム上に設けられることを特徴とする請求項 2 に記載のパッケージ集積回路（PIC）。

【請求項 5】 前記無線周波アンテナ（RFA）は、絶縁層によって接地金属面から分離された少なくとも 1 つの平面金属パターンから構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のパッケージ集積回路（PIC）。

【請求項 6】 前記平面金属パターンが金属スロットパターンであり、前記絶縁層がセラミック層であることを特徴とする請求項 5 に記載のパッケージ集積回路（PIC）。

【請求項 7】 前記スロットパターンが第 1 の S 字形スロットから構成されていることを特徴とする請求項 6 に記載のパッケージ集積回路（PIC）。

【請求項 8】 前記無線周波アンテナ（RFA）は、前記第 1 の S 字形スロットに対して 90 度回転された第 2 の S 字形スロットを備えていることを特徴とする請求項 7 に記載のパッケージ集積回路（PIC）。

【請求項 9】 前記集積回路パッケージ（ICPA）が、ボールグリッドアレイパッケージであることを特徴とする請求項 1 に記載のパッケージ集積回路（PIC）。

【請求項 10】 前記集積回路パッケージ（ICPA）が、カッドフラットバックパッケージであることを特徴とする請求項 1 に記載のパッケージ集積回路（PIC）。

【請求項 11】 前記集積回路パッケージが、小型オンラインパッケージであることを特徴とする請求項 1 に記載のパッケージ集積回路（PIC）。

【請求項 12】 請求項 1 から 11 のいずれか一項に記

載の少なくとも 1 つのパッケージ集積回路（PIC）を含んでいる無線周波モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、請求項 1 のブリアンブルに記載のパッケージ（化）集積回路に関する。

【0002】

【従来の技術】そのようなパッケージ集積回路は、たとえば、ATMEL 発表「ATMEL announces Bluetooth solution」、1999 年 11 月 8 日、および ATMEL ブルートゥースソリューション発表「No more cables The Bluetooth wireless standard and ATMEL Corporation's instant time-to-market Bluetooth solution」から技術上既に知られている。両文献とも ATMEL ウェブサイトに記載されている。そこでは、ブルートゥーストランシーバ（送受信機）が、無線、ベースバンド、かつフラッシュメモリをボールグリッドアレイパッケージ内に含んでいるマルチチップモジュールから構成されている。このモジュールは、フィルタおよびアンテナのような種々の外部個別部品と共に、印刷回路基板上に組み立てられる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】様々な種類の小型携帯用装置においてそのようなトランシーバを使用するので、そのようなトランシーバ装置は非常に小型であることが必要である。さらに、予想される大多数のそのようなトランシーバがブルートゥース支援装置に適用されることを考慮すると、そのようなトランシーバの生産コストおよび組立コストは低くすべきである。

【0004】本発明の目的は、上述の知られているタイプものではあるが、より小型であり、知られているものよりもコストが低いパッケージ集積回路を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、この目的は、請求項 1 に記載のパッケージ集積回路によって達成される。

【0006】実際に、この目的は、パッケージ集積回路中に実現された集積回路ダイ中に少なくとも 1 つの無線周波部品を設け、かつ無線周波アンテナをも同じパッケージ中に集積化することによって達成される。アンテナを含んでいる 1 つの部品のパッケージ全体が、ブルートゥースのような無線アプリケーションに適用するために無線周波モジュールと別個のアンテナを印刷回路基板上で結合する代わりに、ブルートゥースアプリケーションのような無線アプリケーションにおいて集積化され得る。この方法で、印刷回路基板上および無線アプリケーションハウジング中のスペースが節約され、同時に、無線モジュールを取り付ける処置および印刷回路基板上にアンテナを取り付け、続けて両方のエレメントの相互接続を処

理する処置の代わりに、唯一の処置だけが必要とされるので、無線アプリケーションを実現するためのコストが低減される。

【0007】本発明を特徴付ける別の実施形態が請求項2に記載されている。

【0008】無線周波アンテナは、パッケージ集積回路のエレメントを収納する集積回路パッケージ内部にある少なくとも1つの金属物(体)から構成されている。集積回路パッケージ内部の既存または追加の金属物を使用することによって、アンテナは集積回路パッケージ内部に組み込まれる。

【0009】本発明のその次に特徴付ける実施形態が請求項3および請求項4にそれぞれ記載されている。

【0010】両方の代替実施形態では、金属物無線周波アンテナを実現するためにパッケージ中の金属物が使用される。最初に、請求項3では、集積化無線周波アンテナは、たとえば、集積回路ダイの出力を出力端子にワイヤボンディング接続することによって構成されている。ワイヤボンディングの長さが受信または送信される無線信号波長である対象の $1/2\lambda$ または $1/4\lambda$ である場合に、これは実現可能である。第2に、請求項4では、別法として、集積回路パッケージ中の金属リードフレームが無線周波アンテナとして使用される。

【0011】本発明を特徴付けるさらに他の実施形態が請求項5に記載されている。

【0012】別の代替無線周波アンテナのように、少なくとも1つの平面の金属パターンがアンテナとして使用され得る。そのような少なくとも1つの金属パターンは、パッケージ材料中にそれを成形することによって、またはパッケージの表面上にパターンを実現させることによって、集積回路パッケージに含まれることがある。そのうえ、アンテナは接地された金属板から構成されている。パターンと接地された金属板は、集積回路パッケージ中の絶縁層によって分離されている。

【0013】本発明のさらに別の特徴付ける実施形態が請求項6に記載されている。

【0014】無線周波アンテナは、接地された基板上に配置された平面のスロットパターンから構成されている。この基板は集積回路パッケージの表面上に実現される。高い誘電率を有するセラミック材料を使用することによって、セラミック基板上の無線周波アンテナの大きさがより一層最小化され得る。

【0015】本発明のまた別の特徴付ける実施形態が請求項7に記載されている。

【0016】接地された基板上の無線周波アンテナのスロットパターンは第1のS字形スロットから構成されており、この第1のS字形スロットの長さが送受信される無線周波信号の共振周波数を決定する。曲線のS字形は非線形偏放射パターンを生ずる。このアンテナ成形技術を適用することにより、アンテナの形または大きさを少

し修正するだけで、無線周波アンテナを別の共振周波数に適合することが容易になる。この方法では、アンテナは周波数同調可能である。

【0017】本発明を特徴付ける次の実施形態が請求項8に記載されている。

【0018】第1のS字形スロットに、第1のS字形スロットに対して90度回転された第2のS字形スロットが加えられる。この第2のS字形スロットは、無線周波信号の作動周波数の調和(調波)周波数におけるより高次の共振を抑圧し、その結果、無線周波信号の帯域幅を小さくする。曲線のS字形は非線形偏放射パターンを生じ、両方のS字形スロットの結合が共振周波数および帯域幅を規定するだけでなく、必要な無線周波信号を除くすべての他の調和周波数を抑圧することによっていくつかのフィルタ特性を構成する。このアンテナ成形技術を適用することにより、アンテナの形または大きさを少し修正するだけで、無線周波アンテナを別の共振周波数に適合し、また他の調和周波数を抑圧することが促進される。この方法では、アンテナも帯域幅に同調可能である。第2のS字形を適用して、アンテナ自体がフィルタ特性を規定し、これによって、追加のフィルタエレメントを適用する必要性を小さくする。

【0019】本発明を特徴付けるさらに他の実施形態が請求項9、10、および11に記載されている。

【0020】そのような無線周波モジュールを、ボールグリッドアレイパッケージ、カッドフラットパック(Q u a d F l a t P a c k)パッケージ、小型オンライン(S m a l l O u t l i n e)パッケージ、または他のいずれかの標準パッケージのような標準集積回路パッケージに集積化することによって、パッケージは、コスト低減を生ずるソルダーフロー装置または試験装置のような標準装置によって処理され得る。また、これらの標準パッケージを使用することによって、無線装置全体のサイズとコストが低減される。

【0021】さらにまた、本発明は、上述の少なくとも1つのパッケージ集積回路を含んでいる無線周波モジュールに関する。

【0022】添付図面と共に行う一実施形態についての以下の説明を参照することによって、本発明の上記その他の目的および特徴がより明らかとなり、本発明自体が最もよく理解されよう。

【0023】以下の段落で、図面を参照しながら、本発明による方法の実現について説明する。

【0024】

【発明の実施の形態】この説明の最初に、図1に示される、本発明のパッケージ集積回路が実現されるボールグリッドアレイパッケージI C P Aの主要なエレメントについて説明する。この部分の後に、前述のエレメントの各々間のすべての相互接続について説明する。次に、本発明を実現する実際の実行について説明する。

【0025】本発明のボールグリッドアレイ(BGA)パッケージICPAは、印刷回路基板PCB上に取り付けられ得るキャビティダウンパッケージ(cavity-down package)である。このBGAパッケージは、絶縁層によって分離された平面金属層GNDPLおよびICPから基本的に構成されている。絶縁層はセラミック材料で実現される。ボールグリッドアレイパッケージICPAの上部に、第1の金属被覆層METが実現される。アンテナRFAが、よく知られているスロット技術を使用して、金属被覆層METからエッチングされる。無線周波アンテナの下に、セラミック絶縁層および接地面として作用する平面金属層GNDPLがある。さらに接地面GNDPLの下に、別の絶縁層および相互接続面として作用する金属層ICPがある。この層ICP上で、集積回路ダイICDのすべてのピンおよびすべての出力コネクタまたは内部エレメントの間の相互接続がエッチングされる。BGAパッケージの出力端子は、印刷回路基板PCB上にはんだ付けされ得るはんだボールである。

【0026】集積回路ダイICDは、トランジスタ、コンデンサ、インダクタ、および抵抗のような電子無線周波部品を含んでいる。

【0027】すべてのエレメント間の縦方向の相互接続が、絶縁層に開けられたホールである金属で充填されたビア(パイア)ホールを使用して行われる。印刷回路基板PCBへの接続がはんだボールで実現される。

【0028】無線周波アンテナRFAの端子が、V1のようなビアホールおよび層ICP上の金属相互接続によって集積回路ダイICDに接続される。接地面GNDPLは、印刷回路基板PCB上の接地面GNDPL1に結合されたビアホールV3およびV6を使用して電氣的接地に接続される。また、集積回路ダイICDはビアV2によって接地面GNDPLに結合されている。ビアV4およびV5が、集積回路ダイ信号出力を印刷回路基板PCB上に取り付けられた他の次のエレメントに結合するために使用される。集積回路ダイICDのピンが、ワイヤボンディングを経由して相互接続面ICPに結合されている。

【0029】図2に、BGAパッケージの上部の第1の金属被覆層に組み込まれた無線周波アンテナRFAの細部が示される。アンテナRFAは、よく知られているスロット技術を使用してエッチングされる。ここで、「スロット」は金属パターンにおける開口(opening)を意味する。アンテナRFAは、第1のS字形スロットS1および第1のS字形スロットに対して90度回転された第2のS字形スロットS2から構成されている。アンテナは、アンテナの端でビアホールVHの四角のアレイ(配列)に囲まれる。

【0030】以下の段落で、前述のエレメントの関連性および位置決めについて説明する。

【0031】まず、キャビティダウンパッケージを使用して、ダイを2つの接地面GNDPLとGNDPL1の間に配置することによって、集積回路ダイICDを放射線から遮蔽することが容易になる。他方、無線周波アンテナRFAも、接地面GNDPLを適用して集積回路ダイICDから遮蔽される。この構造が、集積回路ダイICDとアンテナRFAを1つのパッケージ中に、相互作用および/または性能障害なしに、組み合わせることを可能にする。

10 【0032】アンテナRFAは、セラミック絶縁層上に配置されるスロットパターンから構成されている。セラミック材料の高誘電率 ϵ_r および層の厚さのような大きさとパターンレイアウトを正確に制御する能力のために、アンテナの大きさを最小にでき、アンテナの寸法を正確に再現できる。スロットパターン自体は、2つのS字形スロットS1および90度だけ回転されたS2から構成されている。第1のS字形スロットS1の長さがアンテナ共振周波数を決定する。第2のS字形スロットS2が作動周波数の調和周波数におけるより高次の共振を抑圧し、帯域幅を小さくする。曲線のS字形は非線形偏放射パターンを生じ、両方のS字形スロットの結合が共振周波数と帯域幅を規定するだけでなく、必要な無線周波信号を除くすべての他の調和周波数を抑圧することによっていくつかのフィルタ特性も規定する。

【0033】曲線のS字形は非線形偏放射パターンを生じる。このアンテナ成形技術を適用して、アンテナの形または大きさを少し修正するだけで、無線周波アンテナRFAを別の共振周波数に適合することが促進される。この方法では、アンテナは周波数同調可能である。

30 【0034】さらに、このアンテナ成形技術を適用して、アンテナの形または大きさを少し修正するだけで、無線周波アンテナRFAを別の共振周波数に適合し、また他の調和周波数を抑圧することが促進される。この方法では、アンテナも帯域幅に同調可能である。第2のS字形を適用して、アンテナ自体が、追加のフィルタエレメントを適用する必要をなくすフィルタ特性を備えている。

【0035】アンテナは、フリンジング効果を避けるために金属被膜をアンテナの端で接地するビアホールの四角のアレイに囲まれる。

40 【0036】アンテナは図2のポイントAとBで区別して励起され、ダイへの接続がこれらの2つのポイントのビアホールで行われる。さらに、ポイントAとポイントBから見たインピーダンスは、アンテナの対称性によって全く同じである。

50 【0037】アンテナ、アンテナフィルタ、およびシリコンとアンテナ間の遮蔽のサイズを最小化するために使用される技術によって、すべての無線機能をブルーーツアプリケーションのための1つの非常に小さいチップパッケージソリューションに集積化することが可能にな

る。

【0038】また、ワイヤボンドおよび金属リードフレームのような集積回路パッケージ中の金属物を使用する実施形態は、パッケージ集積回路中に無線周波アンテナを実現するのに適していることが述べられる。

【0039】さらに、BGAパッケージを使用する代わりに、小型オンラインパッケージ、カッドフラットバックパッケージ、またはどんな他の標準パッケージも、BGAパッケージと同じ利点を提供するために使用され得ることが述べられる。また、本発明は、セラミック材料以外の材料で実現される絶縁層を含んでいるパッケージに適用され得る。

【0040】以上、本発明の原理について特定の装置に関して説明したが、この説明は例として行ったものにならず、首記の請求項に記載した本発明の範囲を限定するものではないことが明確に理解できよう。

【図面の簡単な説明】

【図1】無線周波アンテナと共に無線周波モジュールが*

*実現されるボールグリッドアレイパッケージを示す図である。

【図2】図1の無線周波モジュール中で使用されるスロットアンテナのパターンを示す図である。

【符号の説明】

A、B ポイント

GNDPL、GNDPL1 接地面

ICD 集積回路ダイ

ICP 金属層

10 ICPA ボールグリッドアレイパッケージ

MET 金属被覆層

PCB 印刷回路基板

PIC パッケージ集積回路

RFA 無線周波アンテナ

S1 第1のS字形スロット

V1、V2、V3、V4、V5、V6 ピアホール

WB ワイヤボンド

【図1】

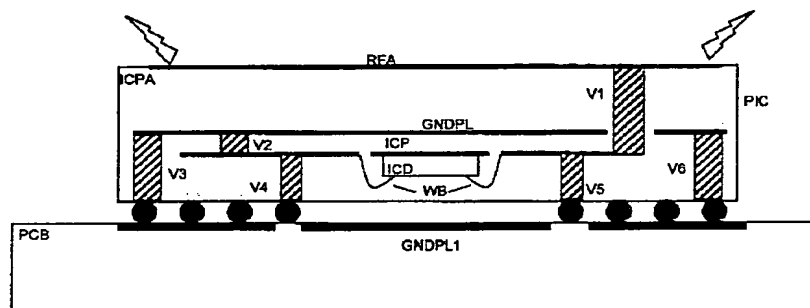
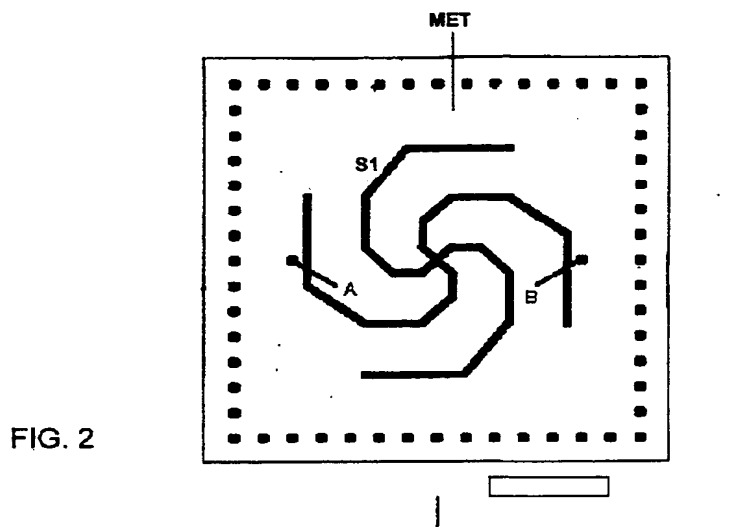


FIG. 1

【图2】



フロントページの続き

- (72)発明者 ウイリイ・ヘルルト・ヨセフ・ヨーラン
デ・デハエク
ベルギー国、ベール9700・オーデンナール
デ、メルデンストラート・5
- (72)発明者 イルセ・ウィツ
ベルギー国、ベール9850・ネフエーレ、セ
ー・ファン・デル・クライスセンストラ
ート・23
- (72)発明者 ステファン・ヘルト・アレクサンダー・テ
ルリン
ベルギー国、ベール8930・ロウエ、レオボ
ールト・サベストラート・3

- (72)発明者 フランク・オリスラヘル
オランダ国、エヌ・エル-5551・ベー・エム・ファルゲンスワールト、フロレインホーフ・11
- (72)発明者 ヘンドリック・ロヘール
ベルギー国、ベー-9500・ヘールラールトスベルヘン、マヨール・ファン・リールデラーン・12
- (72)発明者 ダニエル・デ・ズツテル
ベルギー国、ベー-9900・エークロ、ベー・エム・ホートハルスラーン・12
- (72)発明者 ファン・フリート・リツク
イギリス国、サリー・アール・エイチ・7・6・キユウ・ユー、ドルマンズランド、ハツチ・エンドーザ・ブラット（番地なし）

【外国語明細書】

1. Title of Invention

PACKAGED INTEGRATED CIRCUIT

2. Claims

1. Packaged Integrated Circuit (PIC), comprising at least one radio frequency component included in an Integrated Circuit die (ICD) being associated with a radio frequency antenna (RFA), said Integrated Circuit die (ICD) being included in said Packaged Integrated Circuit (PIC) **CHARACTERISED IN THAT** said radio frequency antenna is also included in said Packaged Integrated Circuit package (PIC) and is excluded from said Integrated Circuit die (ICD).

2. Packaged Integrated Circuit (PIC) according to claim 1, **CHARACTERISED IN THAT** said Packaged Integrated Circuit (PIC) includes an Integrated Circuit Package (ICPA) which houses said at least one radio frequency component and said radio frequency antenna (RFA) which is constituted by at least one metal object that is part of said Integrated Circuit package.

3. Packaged Integrated Circuit (PIC) according to claim 2, **CHARACTERISED IN THAT** said radio frequency antenna (RFA) is constituted by a wire bonding coupled to said Integrated Circuit die (ICD).

4. Packaged Integrated Circuit (PIC) according to claim 2, **CHARACTERISED IN THAT** said radio frequency antenna (RFA) is applied on a metal lead frame of said Integrated Circuit package (ICPA).

5. Packaged Integrated Circuit (PIC) according to claim 1, **CHARACTERISED IN THAT** said radio frequency antenna (RFA) consists of at least one planar metal pattern separated from a grounded metal plane by an insulating layer.

6. Packaged Integrated Circuit (PIC) according to claim 5,
CHARACTERISED IN THAT said planar metal pattern is a metal slot-pattern
and said insulating layer is ceramic layer.

7. Packaged Integrated Circuit (PIC) according to claim 6,
CHARACTERISED IN THAT said slot pattern consists of a first S-shaped slot.

8. Packaged Integrated Circuit (PIC) according to claim 7,
CHARACTERISED IN THAT said radio frequency antenna (RFA) comprises a
second S-shaped slot rotated 90 degrees with regard to said first S-shaped slot.

9. Packaged Integrated Circuit (PIC) according to claim 1,
CHARACTERISED IN THAT said Integrated Circuit package (ICPA) is a Ball
Grid Array package.

10. Packaged Integrated Circuit (PIC) according to claim 1,
CHARACTERISED IN THAT said Integrated Circuit package (ICPA) is a Quad
Flat Pack package.

11. Packaged Integrated Circuit (PIC) according to claim 1,
CHARACTERISED IN THAT said Integrated Circuit package is a Small Outline
package.

12. Radio Frequency Module including at least one Packaged
Integrated Circuit (PIC) according to any of the claims 1 to 11.

3. Detailed Description of Invention

The present invention relates to a Packaged Integrated Circuit as described in the preamble of claim 1.

Such a Packaged Integrated Circuit is already known in the art, e.g. from the ATMEL announcement *"ATMEL announces Bluetooth solution"* at November 8, 1999 together with the ATMEL Bluetooth solution backgrounder *"No more cables The Bluetooth wireless standard and ATMEL Corporation's instant time-to-market Bluetooth solution"* Both documents are published at the ATMEL website. Therein, a Bluetooth transceiver is described consisting of a multi-chip module that includes the radio, baseband and flash memory in a ball grid array package. This module is assembled on a Printed Circuit Board, together with diverse external discrete components, such as a filter and an antenna. Because of the use of such a transceiver in different kind of small portable devices such a transceiver device should necessarily be very small. Further taking in account the expectedly large number of such transceivers applied in Bluetooth supporting devices, the production cost and mounting cost of such a transceiver should be low.

An object of the present invention is to provide a Packaged Integrated Circuit of the above known type but which is smaller and has a reduced cost with respect to the known ones.

According to the invention, this object is achieved by the Packaged Integrated Circuit described in claim 1.

Indeed, this object is achieved by providing at least one radio frequency component in an Integrated Circuit die implemented in an Packaged Integrated Circuit while the radio frequency antenna is also integrated in the same Package. An entire package in one part, including an antenna, can be integrated in a radio application such as a Bluetooth application instead of combining a radio frequency module and a separate antenna on a Printed

Circuit Board for application in such a radio application such as Bluetooth. In this way space on the Printed Circuit Board and in the radio application housing is saved and at the same time cost for implementation of the radio application is reduced because only one action is needed instead of one for mounting the radio module and one for mounting the antenna on the Printed Circuit Board and subsequently handling the interconnection of both elements.

Another characterising embodiment of the present invention is described in claim 2.

The radio frequency antenna is constituted of at least one metal object inside an Integrated Circuit Package which houses the elements of the Packaged Integrated Circuit. By using an existing or additional metal object within the Integrated Circuit package the antenna is built up within the package of the Integrated Circuit.

Subsequently characterising embodiments of the present invention are described in claim 3 and claim 4 respectively.

In both alternative embodiments a metal object within the package is used for implementing the radio frequency antenna. At first, in claim 3, the Integrated radio frequency antenna is constituted by a wire bonding coupling for example an output of the Integrated Circuit die to an output terminal. This is feasible if the length of a wire bonding is $\frac{1}{2}\lambda$ or $\frac{1}{4}\lambda$ of the targeted, to be received or transmitted radio signal wavelength. Secondly, in claim 4, as an alternative, a metal lead-frame inside the Integrated Circuit package is used as a radio frequency antenna.

A further characterising embodiment of the present invention is described in claim 5.

As another alternative radio frequency antenna, at least one planar metal pattern can be used as an antenna. Such a, at least one metal pattern may be included in the Integrated Circuit package by means of moulding it in the package material or by realising the patterns on the surface of the package.

Additionally the antenna consists of a grounded metal plane. The pattern and the grounded plane are separated by an insulating layer within the Integrated Circuit package.

Yet another characterising embodiment of the present invention is described in claim 6.

The radio frequency antenna consists of a planar slot-pattern placed on a grounded substrate. This substrate is realised on the surface of an Integrated Circuit package. By using a ceramic material having a high dielectric constant the radio frequency antenna dimensions on the ceramic substrate can be minimised even more.

Also another characterising embodiment of the present invention is described in claim 7.

The slot pattern of the radio frequency antenna on the grounded substrate consists of a first S-shaped slot whereof the length of this first S-shaped slot determines the resonance frequency of the radio frequency signal to be received or transmitted. The S-shape of the curve results in a non-linearly polarised radiation pattern. By applying this technique of shaping the antenna it is facilitated to adapt the radio frequency antenna for another resonance frequency, just by making a slight modification to the shape or the dimensions of the antenna. In this way the antenna is frequency tuneable.

A subsequent characterising embodiment of the present invention is described in claim 8.

There is additional to the first S-shaped slot a second S-shaped slot that is rotated 90 degrees with regard to the first S-shaped slot. This second S-shaped slot suppresses higher order resonance at harmonic frequencies of the operation frequency of the radio frequency signal and consequently reduces the bandwidth of the radio frequency signal. The S-shape of the curve results in a non-linearly polarised radiation pattern, and the combination of both S-shaped slots defines not only the resonance frequency and bandwidth but also constitutes

some filter characteristics by suppressing all other harmonic frequencies except the needed radio frequency signal. By applying this technique of shaping the antenna it is facilitated to adapt the radio frequency antenna to another resonance frequency and also to suppress other harmonic frequencies, just by making a slight modification to the shape or the dimensions of the antenna. In this way the antenna is also bandwidth tuneable. By applying the second S-shape the antenna itself provides a filter characteristic, hereby reducing the need of applying an additional filtering element.

Further characterising embodiments of the present invention are mentioned in the appended claims 9, 10 and 11.

By integrating such a radio frequency module in a standard Integrated Circuit package such as a Ball grid array package, a Quad Flat Pack package or a Small Outline package or any other standard package, the packages can be treated by standard equipment such as a solder-flow machine or testing equipment resulting in a reduction of cost. By using these standard packages also the size and the cost of the overall radio equipment is reduced.

In addition the present invention also relates to a radio frequency module including at least one packaged Integrated Circuit as described above.

The above and other objects and features of the invention will become more apparent and the invention itself will be best understood by referring to the following description of an embodiment taken in conjunction with the accompanying drawings.

In the following paragraphs, referring to the drawings, an implementation of the method according to the present invention will be described. In the first part of this description the main elements of the Ball Grid

Array package ICPA, as presented in FIG. 1, wherein the Packaged Integrated Circuit of the present invention is implemented, is described. This part is succeeded by a description of all interconnections between each of the before mentioned elements. Subsequently the actual execution of the implementation of the present invention is described.

The Ball Grid Array (BGA) package ICPA of the present invention is a cavity-down package that can be mounted on a Printed Circuit Board PCB. This BGA package basically consists of planar metal layers GNDPL, ICP, separated by insulating layers. The insulating layers are realised in a ceramic material. At the top of the Ball Grid Array package ICPA, a first metalisation layer MET is realised. The antenna RFA is etched, using the well-known slot technology, in the metalisation layer MET. Below the radio frequency antenna there is a ceramic insulating layer and the planar metal layer GNDPL, serving as ground plane. Further below the ground plane GNDPL there is another insulating layer and the metal layer ICP, serving as an interconnection plane. On this layer ICP, interconnections between all pins of an Integrated Circuit die ICD and all output connectors or internal elements are etched. The output terminals of the BGA package are solder balls that can be soldered on a Printed Circuit Board PCB.

The Integrated Circuit die ICD contains electronic radio frequency components such as transistors, capacitors, inductors, and resistors.

The vertical interconnections between all elements are performed using via holes which are holes in the insulating layers, filled with metal. The connections towards the Printed Circuit Board PCB are realised with solder balls.

The terminals of the radio frequency antenna RFA are coupled to the Integrated Circuit die ICD by via-holes such as V1, and by metal interconnections on layer ICP. The ground plane GNDPL is connected to an electrical ground using via holes V3 and V6 coupled to a ground plane GNDPL1 on the Printed Circuit Board PCB. The Integrated Circuit die ICD is also coupled to ground plane GNDPL by via V2. Via's V4 and V5 are used to couple the Integrated

Circuit die signal outputs to other subsequent elements mounted on the Printed Circuit Board PCB. The pins of the Integrated Circuit die ICD are coupled to the interconnection plane ICP via wire bonds WB.

In FIG. 2, more details are shown of the radio frequency antenna RFA, as built in the first metallisation layer on top of the BGA-package. The antenna RFA is etched by using the well-known slot technology, where a "slot" means an opening in a metal pattern. The antenna RFA consists of a first S-shaped slot S1 and a second S-shaped slot rotated 90 degrees with regard to the first S-shaped slot S2. The antenna is surrounded by a square array of via holes VH at the edge of the antenna.

In the following paragraph the relevance and positioning of the previously mentioned elements is explained.

First, by using the cavity down package, it is facilitated to shield the Integrated Circuit die ICD from radiation by placing the die in between two ground planes GNDPL and GNDPL1. On the other hand the radio frequency antenna RFA is also shielded from the Integrated Circuit die ICD by the application of ground plane GNDPL. This structure enables to combine an Integrated Circuit die ICD and an antenna RFA within one package without mutual influence and/or performance disturbance.

The antenna RFA consists of a slot pattern that is placed on a ceramic insulation layer. Because of the high dielectrical constant ϵ_r of the Ceramic material and the ability to accurately control the dimensions such as the thickness of the layers and the pattern layout, the antenna dimensions can be minimised and the antenna dimensions can be accurately reproduced. The slot pattern itself consists of two S-shaped slots S1, S2 rotated by 90 degrees. The length of the first S-shaped slot S1 determines the antenna resonance frequency. The second S-shaped slot S2 suppresses higher order resonances at harmonic frequencies of the operation frequency and reduces the bandwidth. The S-shape of the curve results in a non-linearly polarised radiation pattern, and the combination of both

S-shaped slots defines not only the resonance frequency and bandwidth but also defines some filter characteristics by suppressing all other harmonic frequencies except the needed radio frequency signal.

The S-shape of the curve results in a non-linearly polarised radiation pattern. By applying this technique of shaping the antenna it is facilitated to adapt the radio frequency antenna RFA for another resonance frequency, just by making a slight modification to the shape or dimensions of the antenna. In this way the antenna is frequency tuneable.

Further, by applying this technique of shaping the antenna it is facilitated to adapt the radio frequency antenna RFA for another resonance frequency but also for suppressing other harmonic frequencies, just by making a slight modification to the shape or the dimensions of the antenna. In this way the antenna is also bandwidth tuneable. By applying the second S-shape the antenna itself provides with filter characteristics disposing of the need of applying an additional filtering element.

The antenna is surrounded by a square array of via-holes that ground the metallisation at the edges of the antenna in order to avoid fringing effects.

The antenna is excited differentially in the points A and B of FIG. 2, the connection to the die is made with via-holes on these two points. Further, the impedance seen from point A and point B is exactly the same due to the symmetry of the antenna.

The technique used for minimising the size of the antenna, the antenna-filter and the shielding between the silicon and the antenna, makes it possible to integrate all radio functions into one very small chip package solution for the Bluetooth application.

It is to be mentioned that embodiments using metal objects in the Integrated Circuit package such as a wire bond and a metal lead-frame are also suitable for implementing a radio frequency antenna within the Packaged Integrated Circuit.

It is further to be mentioned that instead of using a BGA-package also a Small Outline package, a Quad Flat Pack Package or any other standard package could be used to provide the same advantages as a BGA-package does. The invention can also be applied to packages, containing insulation layers realised in materials other than ceramic materials.

While the principles of the invention have been described above in connection with specific apparatus, it is to be clearly understood that this description is made only by way of example and not as a limitation on the scope of the invention, as defined in the appended claims.

4. B r i e f D e s c r i p t i o n o f D r a w i n g s

FIG. 1 represents a ball grid array package wherein a radio frequency module together with a radio frequency antenna is implemented .

FIG 2 represents the pattern of the slot antenna used in the radio frequency module of the FIG. 1.

Fig. 1

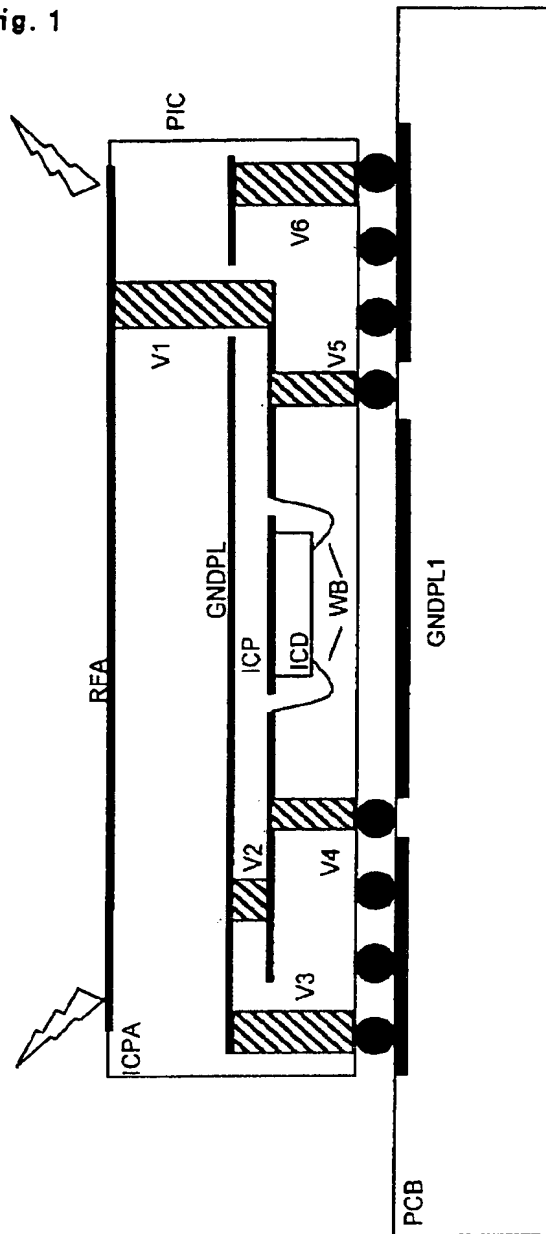


FIG. 1

Fig. 2

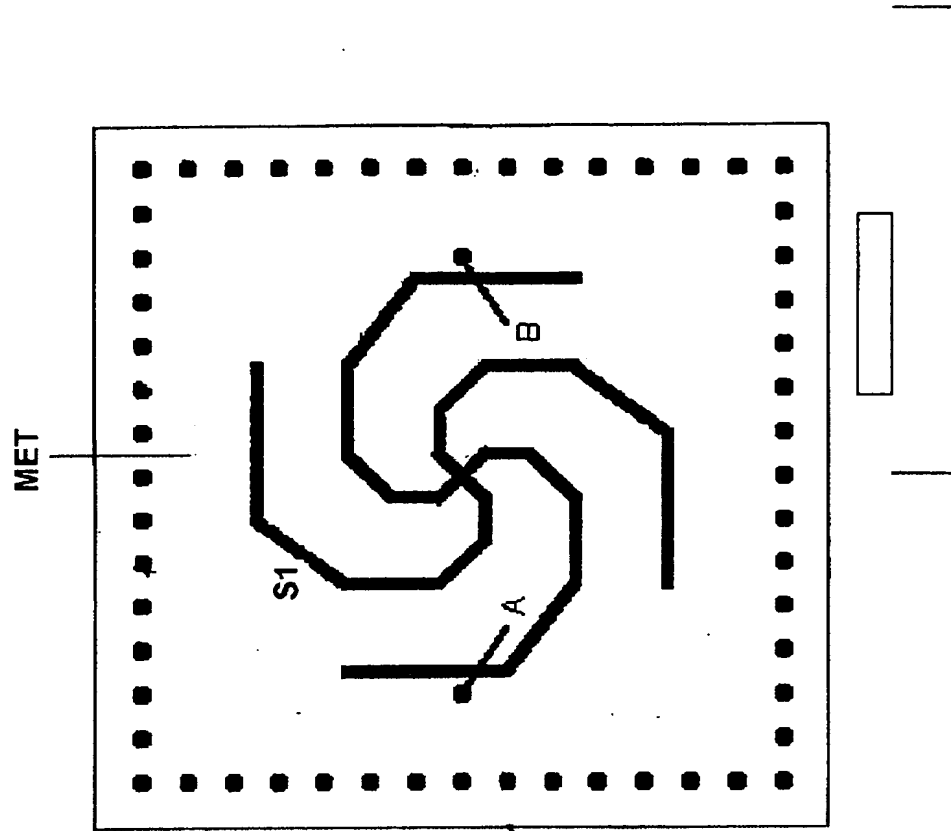


FIG. 2

1. A b s t r a c t

A Packaged Integrated Circuit, for use in a radio frequency apparatus, the Packaged Integrated Circuit comprises one or more radio frequency components that are included in an Integrated Circuit die. The Integrated Circuit die is associated with a radio frequency antenna. The radio frequency antenna is also included in the Packaged Integrated Circuit but is excluded from the Integrated Circuit die.

2. R e p r e s e n t a t i v e D r a w i n g

F i g. 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.